

II-315

砂堆の発生・発達に関する数値解析

鳥取大学

○檜谷 治

鳥取大学

道上 正規

（財）砂防地すべり技術センター 嶋 大尚

1. はじめに：砂堆は，流れの抵抗との関連性から多くの実験的研究が行われており，波高あるいは波長の特性についてある程度明らかにされている．しかしながら，数値解析的に関しては，河床安定理論に基づいた砂堆の発生機構に関する研究は行われているが，河床変動計算において砂堆を考慮したものはほとんどない．そこで，本研究は，従来の準3次元流計算法と平面2次元河床変動計算法¹⁾を利用した砂堆発生・発達の数値シミュレーション法について検討しようとしたものである．

2. 計算方法：砂堆の発生は，流砂の変動から生じる河床の微小擾乱が発達するものと考えられている．そこで，従来の準3次元流計算によって得られる平均的な摩擦速度に対してある変動係数 α の正規乱数を発生させて流砂量の変動を与え，河床の微小擾乱を発生させる．そして，この様な摩擦速度 u_* の変動を与え続けるとどのような河床波が発達するかを検討したものである．

3. 計算条件：計算に用いた水路は長さ16mの一樣水路で，粗度係数 $n=0.025$ ，砂の粒径0.8mmであり，いずれのケースも τ_* が0.15となるように流量および河床勾配を定めた．

4. 計算結果および考察：計算結果の1例を示したも

表-1

	Case-1	Case-2	Case-3	Case-4
流量 (ℓ/s)	5.84	Case-1	Case-1	17.2
河床勾配	1/400	と同様	と同様	1/1010
等流水深 (m)	0.0792			0.20
F_r	0.42			0.307
Δx (cm)	2.0		5.0	2.0
変動係数 α	0.005	0.05	0.005	0.005

のが図-1である．この計算は表-1のケース1の条件で，簡単のために流下方向の1次元的な解析を試みたものである．図から時間の経過とともに微小擾乱が発達し，河床および水面形は従来の砂堆実験の同様な傾向を示すことがわかる．また，河床波の波高あるいは波長は下流に行くほど発達する傾向があり，上流端付近には明確な河床波の発生は認められない．このことは，微小擾乱が下流への伝播する過程で，微小擾乱

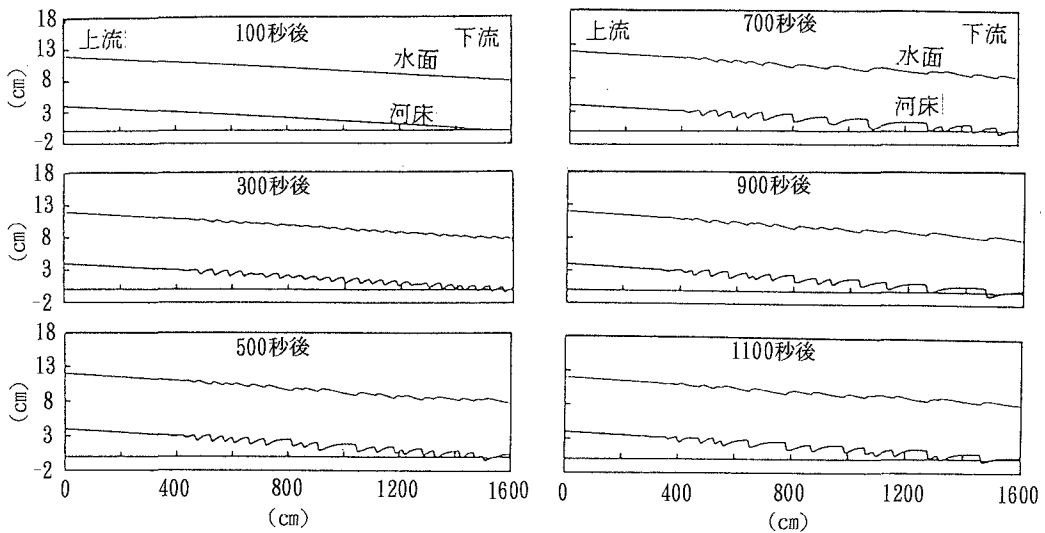


図-1 ケース1での計算結果

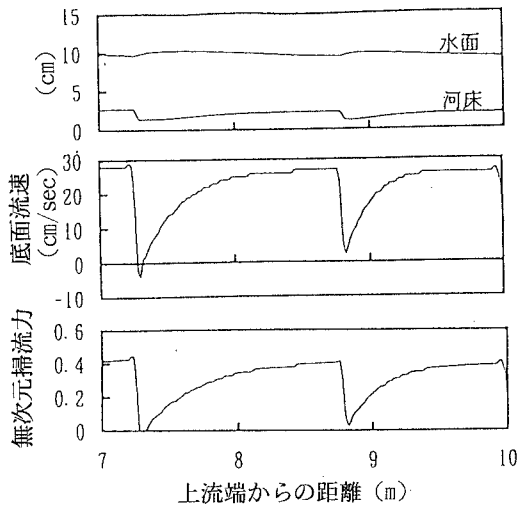


図-2 底面流速と無次元掃流力の分布形状

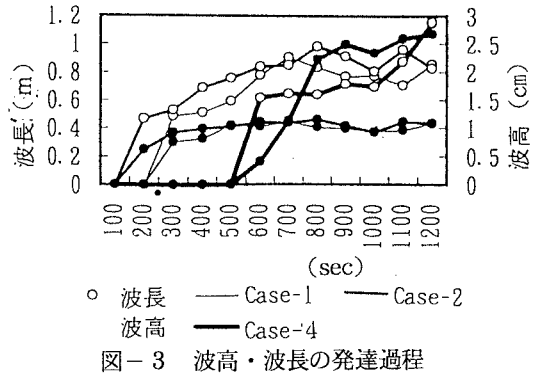


図-3 波高・波長の発達過程

表-2 計算値と実験式との比較

	Yalinの式	シミュレーション
波長	39.59(cm)	77.5(cm)
波高	1.021(cm)	1.015(cm)

同士が結合し、徐々に大きな砂堆へ発達して状況を示しているものと考えられる。図-2は1300秒後の状態での河床高、水位、底面流速および無次元掃流力を詳細に見たものであるが、砂堆の前面で剥離が起こり、砂堆上の掃流力の変化もよく表現できている。

このように、摩擦速度に乱数による変動を与えることによって砂堆を発生させることができることが明らかになったが、この砂堆の発達特性に関しては、変動係数 α と計算メッシュ間隔の影響が大きい。そこで、これらの量を種々に変化させて計算を行った。まず、変動係数 α に関しては、0.005および0.05の2種類について検討した。その結果を図-3に示す。この図は、上流から4m～16m区間の平均波高および平均波長の発達状況を示したものである。砂堆の発達状況については、変動係数が大きいほど早く発達する傾向が見られるが、最終的な波高・波長に差はあまり見られない。つぎに、計算メッシュ間隔を2cmと5cmにした結果を比較した結果、5cmの場合は砂堆の発達が著しく低下しており、計算メッシュ間隔に関して今後水量等と関係を検討する必要があると思われる。

つぎに、水深の影響を見るためにケース1に比べ平均水深を大きくした結果がケース4である。図-2から、初期の発達はケース1に比べ遅いが、最終的な波高は水深に比例してケース1より大きくなっている。また、次式で示すYalinの実験式とケース1の結果を比較したものが表-2である。波長についてはやや大きくなっているが、波高についてはよく一致している。

$H/h = (1 - \tau_c / \tau_o) / 6$, $L = 5h$ (1) ここに、 H および L は砂堆の波高および波長、 h は平均水深である。

5. おわりに：本研究では、従来の河床変動計算法を用いて、摩擦速度に僅かな正規乱数を発生させることによる砂堆の発生・発達の数値計算法の可能性を検討したが、従来の実験結果とほぼ同様な傾向の砂堆の発生が確認された。なお、変動係数 α に関しては、辻本ら²⁾の流砂量の変動係数0.16を参考にして設定したが、この値は初期の発達状況に影響が見られ、計算メッシュ間隔同様今後検討していく予定である。

参考文献

- 1) 道上ら：水制周辺の平面2次元河床変動計算：水工論文集, 第36巻, pp. 61-66, 1992.
- 2) 辻本：変動する掃流力による掃流砂量変動の確率過程論的解析, 土木学会論文報告集, 第417号, pp. 119-127, 1990.